

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
 ⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
 昭55-134103

⑥Int. Cl.<sup>3</sup>  
 B 22 F 1/02  
 3/14  
 C 22 C 9/00  
 F 16 C 33/12

識別記号  
 C B L

厅内整理番号  
 6735-4K  
 6735-4K  
 6411-4K  
 8012-3J

⑩公開 昭和55年(1980)10月18日  
 発明の数 2  
 審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑪軸受用銅合金素材

⑫特 願 昭54-40014  
 ⑬出 願 昭54(1979)4月3日  
 ⑭発明者 加藤忠昭  
 岡山市築港緑町1-12-8  
 ⑮発明者 池上隆敏  
 岡山市南輝2-15-5  
 ⑯発明者 松尾月見

岡山市南輝2-18-25  
 ⑭発明者 草野満  
 岡山市米田571  
 ⑭発明者 川西守  
 岡山市洲崎2-13-19  
 ⑮出願人 同和鉱業株式会社  
 東京都千代田区丸の内一丁目8  
 番2号  
 ⑯代理人 弁理士 和田憲治

明細書

1. 発明の名称

軸受用銅合金素材

2. 特許請求の範囲

(1) 黒鉛粒子表面に銅メッキを施した銅被膜黒鉛粉と銅被膜の合金用添加材とを還元雰囲気中で加熱処理することによつて銅被膜を合金化してなる主として軸受製造用に供するための黒鉛含有量10～30重量%の銅合金素材または粉体。

(2) 合金用添加材は、Sn、Zn、Pb、Sb、MoS<sub>2</sub>の1種または2種以上である特許請求の範囲第1項記載の銅合金素材。

(3) 黒鉛含有量10～30重量%の銅合金被膜黒鉛粉を主素材粉末として使用し、これを還元ガス中で熱間加圧成形してなる主として軸受用に供するための相対密度90%以上の銅合金素材または成形体。

(4) 銅合金マトリクス中に60～350メッシュの黒鉛粉10～30重量%が均一分散した特許請求の範囲第3項記載の銅合金素材または成形体。

(5) 热間加圧成形は銅合金の融点近傍の温度(900～1000℃)で行なつたものである特許請求の範囲第3項記載の銅合金素材または成形体。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、Cu合金マトリクス中に10～30%の黒鉛を配した主として乾式軸受用に供するCu合金素材或いは成形体とその製造に関するもので、耐熱性、耐焼付性及び潤滑性等の摩擦性能を向上させた乾式軸受製造用に適するCu合金素材或いは成形体を提供するものである。

通常、軸受用に供せられているCu合金には、Cu-Sn合金マトリクス中にZn、Pb、Sb等を合金化ないしは分散含有させたホワイト・メタル、ブロンズケルメット等が使用されている。特に、量産型小型軸受に対しては、Cu粉を主材粉として使用した焼結合油軸受があり、それぞれの負荷、環境条件により選択使用されている。

一般に、これ等Cu合金材からなる軸受は、Fe、Al等の他の金属材の軸受に比べて、耐熱性、潤滑性等の摩擦性能が格段に優れたものとして汎用

されているが、その改善と向上に対して経済的にも専門的にも極めて効果の期待出来る黒鉛の添加が殆んど不可能とされていた。すなわち、溶浴合金法においては、Cu合金溶浴に対する黒鉛の又レ性が悪くまた比重差も大きいために、Cu合金に黒鉛を分散することは殆んど不可能である。また比較的添加可能と考えられる焼結軸受についても、黒鉛の添加によつて圧粉成形時のCu粉相互の金属接着を極端に阻害するので、黒鉛粉の使用は大巾に制約され、その添加量はせいぜい5重量%程度が最大限とされている。

このようなことから、多年Cu合金材に対する黒鉛保持の研究がなされてきており、例えばCu合金材中に黒鉛を埋込み、軸受滑動面に黒鉛が自給出来るような仕組みの黒鉛埋込み軸受が提案されたり、最近はCu合金溶浴中に又レ性を改良した黒鉛粉を分散含有させた高圧鍛造法による軸受材が開発されたりした。だが、前者については、切削、仕上げ、黒鉛埋込み加工等が必要なことと、形状的に小型軸受への適用が困難なこと、また、

- 3 -

せる方法による。

本発明に係る実施例では、Cu濃度を調整したCuSO<sub>4</sub>浴液中に60～350メッシュの天然産或いは人造の黒鉛粉を予め混合、攪拌して分散せしめ、この液中に還元置換のためのZn材を投入し、Cuが黒鉛粉表面に完全に析出メツキしたことを確認後、水洗乾燥することによつてCu被膜黒鉛粉が得られるが、このCu被膜黒鉛粉の見掛け密度、粒度、流動性等の物性は、おおむね素原料として使用する黒鉛粉に依存し、僅少ながらCuメツキ量によつても差異を示す。Cu合金マトリクス中に黒鉛粉を分散配する目的からすれば、出来るだけ微粉状の黒鉛が望ましいが、本メツキ法による場合には微粉側でメツキ不充分の黒鉛粉が発生し易いことと、得られるメツキ粉末自体の流動性、成形性及び焼結合金時の歪特性等より判断して60～350メッシュ範囲を最適とする。

次にこのCu被膜黒鉛粉をCu合金被膜となすために、例えばCu量比8～12%で出来るだけ微粉状のSn粉、ステアリン酸亜鉛等の粉末潤滑剤、

- 5 -

特開昭55-134103(2)

後者については、分散可能な黒鉛量が8wt%以下であり、しかも製品歩留率が低い等、の理由によつて、これらもその適用範囲は大巾に制約されているのが実状である。

本発明は、10～30重量%もの多量の黒鉛をCu合金マトリクス中に均質に分散配した新規なCu合金素材及び成形体を提供するものである。

以下、本発明の詳細を具体的に述べる。

本発明はその主原料としてCu合金被膜黒鉛粉を作成しこれを主材粉として使用する。その基本とするところは、Cu合金マトリクス中に黒鉛を分散配する方法として、黒鉛粉表面にCu合金層を有する粉末を溶融点近傍で熱間加圧焼結する処法を採用し、これにより多量の黒鉛を分散配したCu合金素材或いは成形体を得るものである。

Cu合金被膜黒鉛粉を得るには先づ黒鉛粉表面にCuメツキを施してCu被膜黒鉛粉を作る。そのメツキ方法としては、例えばCu塩浴液中に黒鉛を分散させた状態で還元材を添加し、置換反応により目的組成のCuを黒鉛粉表面に析出メツキさ

- 4 -

その他、Pb、Sb、Zn等の粉末を混合し、好ましくはこれらSn粉等の合金用添加材がCu被膜黒鉛粉の単一粒子毎の表面に均一に付着したことを確めた上で、トレーに充填し、H<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>分解ガス等の還元ガス界囲気中750～850℃の温度範囲で合金化を行なわしめる。

Sn粉は230℃前後から液相化し、温度上昇と共にCuメツキ層と拡散反応し、変態しながら該温度範囲で合金化を完成するか、合金化したメツキ層はSn粉の量だけ膨張し、又それがヌケカラとなるためにケーキ全体の空隙が増加し、Cu-Sn成形体にみられるが如き焼結固化現象は殆んどなく、このケーキは軽度な解粒によりCu-Sn合金被膜黒鉛粉の粉末状として回収できる。

Cu-Sn-Zn合金被膜とする場合には、Sn粉とZn粉を加え、N<sub>2</sub>、Ar等不活性ガス界囲気中もしくは真空中で750～850℃の温度範囲で処理すればよいが、粒子間に残存する空気、或いは露点等の影響によりZnの完全合金化はやや困難で、多少の飛散は免れない。然し、汎用されている軸

- 6 -

受用 Cu 合金材にみられる 10 % 未満の Zn 含有量範囲であれば殆んど問題はない。

本発明においては、さらにこの Cu 合金被膜黒鉛粉を熱間加圧法により少くとも相対密度（真密度比）95 % 以上まで高密度化する。

先づ、この Cu 合金被膜黒鉛粉を、黒鉛、炭化珪素もしくは耐熱鋼材の容器或いは金型に充填し、 $H_2$ 、 $NH_3$  分解ガス等還元ガス雰囲気中で 900 ~ 1000 °C のこの Cu 合金の溶融点近傍の高温域で加圧しながら、焼結、溶融し、素材或いは軸受状成形体を作製する。

該粉は前条件の熱間加圧により、黒鉛粉を分散核状とする堅密で強固な Cu 合金の網状骨格組織をつくる。そのさい、黒鉛含有量がおよそ 30 % 重量を超過すると Cu 合金骨格自体が柔軟性となり、マトリクスにおいて満足出来ても、汎用軸受材としての強度面で若干の不安が残る。また、10 % 重量未満の場合では、耐熱、耐潤滑性の向上を目的とした本発明の乾式用軸受材としては、その目的達成が十分ではない。10 ~ 30 % 重量の

- 7 -

黒鉛量のものは組織的にも強度的にも、本発明に保る軸受材としての特性を發揮し得る。

なお、発明者等は、予め Cu-Sn 成いは Cu-Sn-Zn 合金被膜とはせず、Cu 被膜黒鉛粉と Sn もしくは Sn、Zn の混合粉そのままを、上記熱間加圧法により処理する試験も実施したが、この場合は低温度から液相の Sn が Cu メッキ層と合金化することによつて生じた空孔、いわば Sn のヌケガラが、組織中に均一に分布した独立空孔として介在し、加圧に対して内圧的に動作し、密度向上を阻害することがわかつた。したがつて、予め合金化させない場合は、95 % 以上の成形体を得ることは困難を伴い、特に Zn 添加の場合には還元雰囲気中で殆んど飛散するため目的組成の合金素材或いは成形体となすことは出来なかつた。

なお、本発明に従うこの熱間成形時の加圧条件については、混合粉の配列を保持しながら粒子間空隙を除々に排除しつつ圧粉高密度化を促進させるために、荷重速度は出来るだけ遅く、また高圧力を負荷することが望ましい。だが、これらは最

- 8 -

終的には容器もしくは金型の耐圧、耐熱強度とその経済性から決められる。実施例では、耐熱鋼材金型を使用し、焼結温度が 850 °C 附近までは 4 ~ 6 t/cm<sup>2</sup> で加圧し相対密度 70 ~ 85 % を保持させ、この状態からさらに Cu 合金溶融温度の 950 °C まで昇温したが、溶融と同時に 200 kg/cm<sup>2</sup> まで急激に除荷され、相対密度 95 % 以上の成形体を得ることが出来た。しかし、黒鉛材金型の場合は、耐圧強度面からせいぜい 200 kg/cm<sup>2</sup> 程度を限度として加圧する必要がある。溶融点における除荷現象は Cu 合金骨格が液相化し成形体の空隙を瞬間に排除することによるものであり、Cu 合金量の多いもの程著しい。

この高温加圧条件下における混合粉は、加圧力と温度の増加と共に Cu 合金層相互の接着と焼結そして破かいを間断なく連続的に繰り返しつつ高密度化し、溶融温度に達すると同時に Cu 合金骨格は液相となり、殆んど流動することなく、一部独立空孔を充填しつつ高密度化を完成するものと考えられる。発明者等は、 $H_2$ 、 $NH_3$  分解ガスの替

りに黒鉛粉、コークス微粉で混合粉を完全に被覆し、上記処理を実施したが、この場合もガス還元剤の場合と殆んど大差のない素材を得た。

更に、Pb、Sb 粉を添加した混合粉の処理についても容易に Cu-Sn-Pb、Cu-Sn-Sb の合金組織が形成されることを確めた。

発明者等は得られた成形体の軸受材としてのおよその適用範囲と特性を知るために、負荷条件として P·V 値（ $Kg/cm \cdot m/min$ 、軸の周速を一定にして軸受内径投影面積上にかかる荷重を変えて試験する値）をとり、軸受温度と摩擦係数の関係を調べた結果、Cu-Sn 被膜黒鉛粉を主材粉とした黒鉛含有量 10、20、30 % で相対密度約 95 % の成形体は、P·V 値最大がそれぞれ約 20000、18000、15000  $Kg/cm \cdot m/min$  になると軸荷重鉛直方向に変形するが、焼付現象は一切発生せず、通常の中低荷重用軸受材としての特性が完全乾式状態で得られることを確めた。Pb、Sb 等の潤滑性向上を目的とした前記以外の合金元素の添加によつても、その特性向上が得られる。

- 10 -

本発明の方法に係る軸受素材或いは成形体は、軸受にかかる荷重、速度、温度、軸材等の負荷、環境条件および耐用寿命等によって黒鉛含有量10～30%の範囲での材質と強度の選定がなされるべきであるが、何れにしても、浴湯法による黒鉛分散Cu合金材や黒鉛埋込みCu合金軸受或いはCu系焼結軸受に比べ、多量の黒鉛が分散していること、粉末冶金的工法が適用出来るために後加工も容易で歩留率も高いこと、そして形状的制約が殆どないこと、等の利点を有し、耐負荷性、耐熱性、耐潤滑性等の摩擦性能面においても画期的な効果を発揮する軸受用Cu合金素材或いは成形体を提供するものである。

以下に実施例を述べる。

#### 実施例 1

$CuSO_4$ 溶液中に60～550メッシュに粗度調整した天然産鱗片状黒鉛粉を混合分散し、還元剤として花状Znを投入し、完全に置換反応が終結したことを確認後回収し、水洗、脱水乾燥し、黒鉛含有量がそれぞれ8、10、20、30、35%の

- 11 -

次にこの成形体より16mmφ×10mmφ×10mmの軸受を造り、軸材としてS45C鋼の10mmφの回転軸を使用し、周速は56m/minの一定とし、5分毎に5kgの荷重を負荷しながら、P·V値に対する摩擦係数、軸受温度の関係を調べた。その結果を表1に示す。

表 1

黒鉛含有量(%)	P·V値(max)kg/cm <sup>2</sup> ·m/min	摩擦係数	軸受温度(℃)
8	21000	0.1～0.3	220(焼付傾向)
10	20000	0.1～0.3	200
20	18000	0.1～0.3	200
30	15000	0.1～0.3	200
35	5000	0.1～0.3	200

表1の結果から明らかな如く、黒鉛含有量が8%のものはP·V値は高いが220℃で焼付現象を示し、又35%のものは通常のCu系焼結軸受程度の特性は得られているものの本発明の目的としている一般軸受用Cu合金への適用から判断して

- 13 -

Cu被膜黒鉛粉を得た。

該粉に、Cu量比10%になる様に-350メッシュの微粉Sn粉を、また全量比で0.8%のステアリン酸Znを添加混合の上、トレーに充填し $N_2$ 分解ガス中で750～850℃で30分間処理してケーキを得た。このケーキをハンマーでより解粉し、Cu-Sn合金被膜黒鉛粉を得た。

次にこの粉末を耐熱鋼製の金型に充填し、 $H_2$ ガス雰囲気中4～6t/cm<sup>2</sup>で加圧しながら同時に昇温し、960℃±10℃で30分間保持した。溶融点に達した瞬間、加圧力は200kg/cm<sup>2</sup>まで除荷されたため、加圧速度を零の状態で除荷し、40mmφ×20mmの成形体を得た。その密度はそれぞれ8.0、7.8、7.2、6.6、6.3g/cm<sup>3</sup>であり、何れも95%以上の相対密度を示した。

その組織を電子顕微鏡並びにX線マイクロアナライザーにより確認したが、何れも分散状の黒鉛粒子を網状のCu合金骨格が包含した緻密なマトリクスが形成されており、独立空孔は僅少微細であつた。

- 12 -

いるP·V値10000kg/cm<sup>2</sup>·m/min以上の耐負荷性が得られない。これに対し、10～30%のものは十分に本発明の目的を達し得るものである。

なお、比較のために、Cu-Sn合金被膜とせずIC Cu被膜黒鉛粉とSn粉の混合粉を上記条件で処理したが、低温域で形成されたSnのヌケガラとCu-Sn合金化に伴う空隙の増加に因る独立の密閉空孔が最後まで組織中に残存介在するためいくら焼結或いは浴湯段階での加圧力を増しても相対密度はせいぜい85%くらいが最大であり、相対密度95%以上の成形体を得ることはできなかつた。

#### 実施例 2

Cu被膜黒鉛粉にCu量比10%のSn粉と5%のZn粉を添加混合した後、トレーに充填し、 $N_2$ ガス雰囲気中750～850℃で30分間処理して得たケーキを解粉し黒鉛含有量が20、30%のCu-Sn-Zn合金被膜黒鉛粉を得た。

次いで、実施例1と同様の条件下で熱間加圧処理を行つたが、その成形体密度はそれぞれ7.2、

- 14 -

6.6 g/cc であり、相対密度は何れも 95 % 程度であつた。またその組織は Cu-Sn-Zn の網状骨格中に黒鉛を均質に分散した緻密で強固な組織を形成していることを電子顕微鏡及び X 線マイクロアナライザーにより確認した。

この成形体より 16 mm φ × 10 mm φ × 10 mm の軸受を造り、実施例 1 と同様の条件での軸受試験を行なつた結果、P・V 値がそれぞれ 18500, 15500 Kg/cm<sup>2</sup>・m/min になると軸受が荷重方向に変形し円滑な滑動が困難になることが判つた。

なお、Cu 被膜黒鉛粉と Sn 粉、Zn 粉の混合粉をそのまま熱間加圧したものは、前例の比較例の空孔形成に加え Zn の飛散による空孔が増加し、焼結或いは溶融段階での加圧力を増しても相対密度 95 % 以上の成形体を得ることは不可能であつた。

#### 実施例 3

実施例 1 に係る Cu-Sn 合金被膜黒鉛粉にそれぞれ 10 % の Pb 粉、Sb 粉を添加した混合粉を実施例 1 と同様条件で熱間加圧処理した成形体は何

特開昭55-134103(5)  
れも Cu-Sn-Pb 及び Cu-Sn-Sb 合金の網状骨格が形成されていることが電子顕微鏡並びに X 線マイクロアナライザーにより判明した。

出願人 同和鉱業株式会社

代理人 和田 恵治